

# ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 SEPTEMBRE 1921.

PRÉSIDENCE DE M. LÉON GUIGNARD.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **SECRÉTAIRE PERPÉTUEL** communique le télégramme suivant, reçu de S. A. S. le Prince de Monaco, en réponse à celui qui lui avait été adressé au nom de l'Académie :

Font-Romeu, 8 septembre.

Mes pensées ont souvent visité l'Académie depuis huit jours. Vous savez mieux que personne quels sont mes sentiments pour elle. J'ai fait tout ce que j'ai pu pour qu'elle garde un bon souvenir de moi. Je vous remercie des bonnes paroles que vous m'avez adressées en ce moment en son nom.

PRINCE DE MONACO.

M. **LINET**, qui a représenté l'Académie à la commémoration de la *Victoire de la Marne*, à Meaux, rend compte de la mission qui lui a été confiée.

## CORRESPONDANCE.

M. le **SECRÉTAIRE PERPÉTUEL** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Sweden, historical and statistical Handbook*, by order of the SWEDISH GOVERNMENT edited by J. GUINCHARD.

2° *Contribution à l'étude de la Flore du Katanga*, par E. DE WILDEMAN. (Présenté par le prince Bonaparte.)



MÉCANIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Entraînement du pendule conique par un écran.*

Note <sup>(1)</sup> de M. R. SERVILLE, transmise par M. Paul Sabatier.

A. *Description.* — J'utilise le pendule conique entretenu décrit dans une précédente Note <sup>(2)</sup>. A l'extrémité du bras du manège, je fixe un disque en carton de même diamètre que la sphère du pendule, à une hauteur telle que, pour une certaine valeur de  $\theta$ , l'écran soit exactement devant la sphère. Avec la main je lance le pendule sur un parallèle d'assez grand diamètre pour qu'il passe au delà de l'écran encore au repos. En disposant du poids  $g$ , je donne à l'écran une vitesse angulaire légèrement inférieure à celle du pendule : dans ces conditions il rattrape l'écran, traverse son méridien, le dépasse sans troubler sa marche. Le mouvement du pendule s'amortissant, il se rapproche de l'axe du manège et la distance qui le sépare du bord de l'écran au moment où il traverse son méridien diminue. Quand elle devient inférieure à 2<sup>cm</sup>, l'écran ne se laisse plus dépasser, à l'approche du pendule il accélère sa marche et désormais le précède. Au bout de quelques instants, le pendule, cessant de se rapprocher de l'axe, prend une position d'équilibre stable définie par sa distance  $r$  à l'axe et par l'angle  $\alpha$  des rayons passant par sa pointe et par l'écran. D'où les deux problèmes techniques suivants : mesure de  $r$  et de  $\alpha$ .

B. *Mesure de  $r$ .* — Sur la trajectoire de la pointe du pendule, je place un léger levier dont le bras vertical porte une bande horizontale de papier. La pointe encreée du pendule heurte cette bande, y marque une trace et renverse le levier. Après arrêt du pendule, je le relève et je mesure  $r$  avec une règle.

C. *Mesure de la distance angulaire  $\alpha$  de deux corps qui tournent.* — Sur l'axe du manège, je fixe un miroir dont la normale est dans le plan du disque. A travers une lentille et par réflexion sur ce miroir, une fente lumineuse donne son image sur un cylindre vertical auquel est tangente une règle graduée horizontale, le long de la génératrice que coupe le rayon incident. Sur cette règle, l'observateur déplace un écran, percé d'une fente, derrière laquelle il place son œil. Au moment où le rayon réfléchi vient le frapper, l'œil, qui accommode sur le miroir, le voit brillant, traversé d'une raie sombre si la pointe du pendule se trouve à cet instant dans le faisceau

---

<sup>(1)</sup> Séance du 5 septembre 1921.

<sup>(2)</sup> R. SERVILLE, *Comptes rendus*, t. 173, 1921, p. 404.



réfléchi. Celui-ci rencontre nécessairement la pointe, parce qu'il tourne deux fois plus vite qu'elle. L'observateur déplace l'écran sur la règle jusqu'à ce que la raie sombre bissecte le miroir. La lecture de la graduation donne  $\tan 2\alpha$ .

D. *Résultats.* — a. *Composante tangentielle  $R_t$  de la résistance, courbe  $R_t = 0$ .* — Quand le pendule est en équilibre derrière l'écran, la résultante de toutes les actions de l'air sur la boule du pendule a une composante tangentielle  $R_t$  nulle (en négligeant l'action de l'air sur le fil de suspension). La composante radiale  $R_r$  n'est pas nécessairement nulle. Le pendule étant en équilibre pour une charge  $q$ , j'ajoute une surcharge  $q_1$  : l'angle  $\alpha$  croît brusquement (l'écran s'éloigne du pendule) sans que  $r$  varie. Peu à peu  $r$  et  $\alpha$  décroissent, la pointe décrit lentement une courbe à charge constante ( $q + q_1$ ) et vient se fixer dans une nouvelle position d'équilibre stable. De ce que la vitesse angulaire  $\omega$  diminue avec  $r$ , résulte que le pendule traverse une région où  $R_t$  est opposée au mouvement. La décroissance simultanée de  $r$  et de  $\omega$  ne peut s'expliquer uniquement par une diminution de  $R_r$ . En effet, si  $R_t = 0$ , les forces qui agissent sur le pendule sont dans un méridien; d'après la loi des aires, si  $r$  décroît,  $\omega$  croît, ce qui est contraire à l'expérience; comme  $\omega$  décroît,  $R_t$  est opposée au mouvement. La pointe étant en équilibre, j'enlève  $q_1$ .  $\alpha$  décroît brusquement, puis  $r$  et  $\alpha$  croissent, la pointe décrit une autre courbe à charge constante ( $q$ ) et vient se placer dans la première position d'équilibre.  $\omega$  augmentant avec  $r$ , le pendule traverse une région où  $R_t$  est dans le sens du mouvement. L'ensemble de ces positions d'équilibre constitue la courbe  $R_t = 0$ . Elle divise le plan en deux régions : dans la première, entre l'écran et la courbe,  $R_t$  est dans le sens du mouvement, dans la deuxième opposée au mouvement. Si l'on rétablit la fourchette, le pendule, en équilibre dans la première région, frotte contre le bord antérieur : c'est lui qui pousse la fourchette.

b. *Courbes d'égale charge.* — Dans l'expérience précédente, j'ai décrit deux tronçons des courbes d'égale charge  $q + q_1$  et  $q$ . Le long de chaque courbe le couple résistant dû aux frottements du manège et à la résistance de l'air sur l'écran est constant. Le pendule ne quitte pas ces courbes parce que le couple résistant dépend de sa position derrière l'écran et croît avec  $\alpha$ . Si pour une charge  $q$ , le pendule se trouve au delà de la courbe  $q$ , le couple résistant est plus grand que le couple moteur, la vitesse de l'écran diminue,  $\alpha$  décroît. C'est l'inverse si le pendule se trouve en deçà de la courbe  $q$ . La masse du manège et de l'écran étant faible devant les forces en jeu, l'équilibre par rapport à  $\alpha$  est vite atteint. La masse du pendule étant consi-



dérable, les variations de  $r$  sont lentes, ce qui explique la faible vitesse avec laquelle le pendule se déplace sur la courbe d'égale charge pour venir se fixer sur la courbe  $Rt = 0$ . Il est stable sur cette courbe, parce qu'il décrit les courbes d'égale charge dans le sens qui converge vers elle.

*c. Déformation de la courbe  $Rt = 0$  quand on écarte l'écran de l'axe de rotation.* — La forme de la courbe  $Rt = 0$  passe d'un arc de cercle à une ellipse aplatie, dont le grand axe est dans le sens du mouvement. Comme première approximation, la distance maximum du pendule à l'écran croît linéairement en fonction de la vitesse de l'écran.

*d. Composante radiale  $Rr$  de la résistance.* — Je détermine  $Rr$  par le trouble qu'elle apporte à la période du pendule, ainsi qu'il est dit dans une précédente Note. Sur la courbe  $Rt = 0$ , la composante  $Rr$  est surtout notable quand le pendule est près de l'écran. Pour mieux étudier  $Rr$  à son voisinage, j'introduis la pointe du pendule dans une fourchette, de sorte qu'il est contraint de défiler parallèlement à l'écran à 3<sup>mm</sup> de lui. L'expérience prouve que lorsque la boule s'écarte de l'écran,  $Rr$  tend à la ramener derrière lui : dans la direction normale au mouvement, l'entraîné est stable derrière son entraîneur.

PHYSIQUE. — *Spectre d'induction du rubidium.*

Note de M. LOUIS DUNOYER.

I. J'ai indiqué dans une Note récente (1) qu'un champ électromagnétique de haute fréquence, provoquant la luminescence de vapeurs de césium ou de rubidium, faisait apparaître un spectre beaucoup plus riche en raies que tous les autres procédés employés jusqu'à présent. La Note actuelle est consacrée à une description sommaire du spectre du rubidium.

II. Comme pour le césium, le métal était introduit, par distillation dans un excellent vide, à l'intérieur d'un tube de quartz. Dès la température ordinaire ce tube s'illumine sous l'effet d'un champ alternatif de haute fréquence. A 100° l'éclat du tube est intense et la luminescence est bleu violet. Comme pour le césium, un changement brusque se produit dans cette coloration quand on élève la température. A 200° elle est lilas. J'ai constaté également que ces changements de coloration sont liés à la longueur de l'étincelle (soufflée) intercalée entre les bornes de la bobine qui alimente le

---

(1) *Comptes rendus*, t. 173, 1921, p. 350.



circuit de Tesla. En outre, elles ne se produisent pas uniformément dans tout le tube. On reviendra ailleurs sur ces phénomènes. Les données numériques qui suivent se rapportent à la température de 120° et à la luminescence uniforme bleu violet.

III. Avec une pose de 20 minutes et un tube d'une vingtaine de centimètres de longueur, j'ai obtenu au spectrographe Féry un spectre contenant 332 raies entre 2294 unités Angström et 5525. Les spectres d'arc et de flamme avaient fourni jusqu'à présent une trentaine de raies, et le spectre d'étincelle une soixantaine d'autres. Presque toutes les raies d'étincelle mesurées par Exner et Haschek ou par Lockyer se retrouvent, à moins d'un angström près, parmi les plus intenses de mes clichés. Elles sont marquées d'un astérisque dans le Tableau ci-dessous, qui renferme les principales des raies que j'ai mesurées :

Longueurs d'onde.	Inten- sité.	Longueurs d'onde.	Inten- sité.	Longueurs d'onde.	Inten- sité.	Longueurs d'onde.	Inten- sité.	Longueurs d'onde.	Inten- sité.
2294,0	1	2713,9	2	3038,6	2	3305,2	2	3511,3	3
2301,8	1	2716,4	1	3040,5	2	3307,6	2	3514,4	4
2305,6	2	2733,6	1	3050,8	1	3312,0	1	3521,5*	15
2313,4	1	2761,3	1	3069,7	1	3322,3*	8	3531,9*	10
2333,5	1	2773,9	1	3070,6	2	3324,1	1	3541,4	8
2337,2	1	2783,8	2	3087,1	4	3327,9	1	3545,9	5
2345,5	1	2798,9	4	3098,8	1	3330,9	4	3559,6	4
2364,3*	2	2800,3	2	3111,7	5	3332,4	4	3561,3	3
2365,1	1	2807,7	6	3115,0	2	3334,2	4	3576,8	6
2379,6	2	2812,0	2	3119,0	2	3336,9	1	3578,1	1
2381,4	1	2827,0	1	3135,1	1	3341,4*	10	3582,7	2
2385,6	1	2838,6	1	3149,3	5	3345,4	3	3588,8	6
2418,6	2	2845,4	3	3161,2	2	3347,7	5	3600,4*	30
2472,0*	4	2869,8	2	3169,5	2	3354,3	3	3604,6	2
2484,4	2	2873,1	2	3199,4*	8	3361,8	1	3636,7	6
2495,9*	4	2876,6	1	3200,6	1	3375,3	2	3639,7*	10
2524,0	1	2903,7	3	3222,6	2	3393,2*	8	3646,3	8
2561,8*	6	2904,2	1	3223,4*	10	3415,6	6	3647,7	2
2573,6	1	2949,7	2	3231,3	4	3420,9	1	3662,6	20
2586,8	2	2951,2	1	3235,5	2	3433,8	12	3663,8*	10
2631,8*	8	2956,3*	15	3254,2	1	3438,6	8	3664,2*	10
2637,1	4	2967,7	2	3262,5	6	3461,4	10	3666,7	6
2657,1	2	2968,4	1	3265,0	3	3474,3	1	3675,8	6
2684,1	2	2971,1	2	3271,0*	10	3476,6	2	3699,8*	15
2688,1	1	2987,4	2	3281,7	4	3480,5	1	3729,5	8
2694,0	1	3022,5	8	3286,8*	8	3491,4	6	3746,5	6
2711,8	3	3023,6	1	3302,6	1	3492,8*	6	3765,5	3



Longueurs d'onde.	Inten- sité.	Longueurs d'onde.	Inten- sité.	Longueurs d'onde.	Inten- sité.	Longueurs d'onde.	Inten- sité.	Longueurs d'onde.	Inten- sité.
3781,1	3	3968,6	2	4197,6	1	4380,7	10	4648,4*	20
3797,3*	40	3978,0*	20	4201,1*	2	4401,4	15	4657,9	4
3802,1*	30	3992,0	1	4214,4	1	4426,1	15	4727,2	2
3809,6	2	4006,2	1	4226,1	4	4430,7	10	4731,3	4
3827,2*	20	4011,9	8	4237,2	4	4440,2	5	4736,6	6
3838,0	1	4026,9	12	4242,6*	50	4469,7	8	4755,1	4
3851,2*	10	4031,3	1	4247,7	4	4482,1	2	4757,8	1
3861,2*	2	4041,4	2	4266,4	10	4494,1	2	4764,7	1
3869,1	2	4047,4	2	4273,0*	50	4519,4	4	4776,3	40
3873,2	1	4071,9	6	4277,3	4	4530,5*	20	4783,2	8
3876,0	1	4076,6	1	4282,8	4	4534,1	3	4806,0	8
3892,3	2	4080,0	1	4288,2*	40	4540,7	5	4842,2	2
3907,3	2	4084,3*	20	4294,3*	50	4545,2	2	4879,9	4
3914,7*	1	4105,2*	30	4298,9	3	4566,8	2	4886,0	5
3922,4	8	4109,8	1	4306,6	4	4572,3*	40	5154,3	4
3926,4*	12	4132,4*	1	4331,5	10	4577,9	1	5524,7	1
3928,7	6	4136,4*	20	4348,3	40	4579,7	1		
3936,1	1	4179,0	1	4352,5	4	4590,3	4		
3941,1*	40	4188,3	1	4371,8	10	4609,5	8		
3944,7	1	4193,2*	20	4377,9*	40	4622,6*	10		

Dans ce Tableau les seules raies appartenant à une série actuellement connue sont les deux raies 4201,0 et 4214,4, qui constituent le doublet n° 2 de la série principale. Toutes les autres raies d'arc ou de flamme sont absentes. Encore ont-elles une intensité faible et disparaissent-elles totalement dès que la pression de la vapeur augmente. Comme on le voit aussi, la plupart des raies intenses appartiennent au spectre d'étincelle mesuré par Exner et Haschek, non toutes cependant. Réciproquement quelques-unes des raies du spectre d'étincelle semblent manquer dans le spectre d'induction : ce sont 3353,5; 3833,9; 3843,8; 3846,3; 4029,6.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'inversion du pouvoir rotatoire des dérivés tartriques.*

Note de M. R. DE MALLEMANN, présentée par M. Haller.

Dans une Note précédente (1), nous avons indiqué la propriété que possède l'acide tartrique *droit* de donner, en présence de certains sels, en particulier  $\text{CaCl}_2$ , des solutions fortement gauches et fait remarquer que le

(1) *Comptes rendus*, t. 173, 1921, p. 69.



caractère de cette variation semblait s'expliquer par la présence, dans la solution, de deux corps différents à pouvoirs rotatoires inverses.

I. Pour préciser cette interprétation, nous avons recherché la dépendance possible de l'effet observé et de la fonction chimique du corps actif dissous, en étudiant sous le même rapport certains dérivés de l'acide tartrique :

1° *Tartrates métalliques.* — Les tartrates neutres et acides solubles ont un pouvoir rotatoire qui varie relativement peu avec la concentration et la température.

Les courbes de concentration de l'acide tartrique par NaOH (ordonnées = rotations, abscisses = nombres de molécules de base) se présentent sous forme de lignes brisées, formées très sensiblement de segments de droite, ce qui est conforme à la loi de Biot, basée sur la constance du pouvoir rotatoire.

Cette ligne, tracée entre  $x = 0$  et  $x = 5$  NaOH, n'a que deux points anguleux qui correspondent exactement au sel acide et au sel neutre : le pouvoir rotatoire permet donc de caractériser directement les deux fonctions acides de l'acide tartrique.

Il est, d'autre part, impossible d'observer l'effet des sels alcalino-terreux sur les tartrates *neutres* alcalins, vu la double décomposition immédiate et la précipitation d'un tartrate insoluble (<sup>1</sup>).

a. *Le tartrate acide de Na*,  $C^4O^6H^5Na + H^2O$ , au contraire, se dissout dans une solution concentrée de  $CaCl^2$  et même dans  $CaCl^2 + 6H^2O$ , surfondu, en donnant une liqueur parfaitement claire, facile à observer.

Ce sel est également soluble dans les solutions saturées de NaCl, mais nettement moins que dans l'eau pure.

Nous donnons ci-dessous les pouvoirs rotatoires pour deux solutions :

Nature.	Constitution		Densité.	<i>t.</i>	$[\alpha]_{578}^0$	$[\alpha]_{436}^0$
	du sel. pour 100	du tartrate. pour 100				
CaCl <sup>2</sup> ...	55,5	5,16	1,417	22	-20,7	-45,1
NaCl....	28,0	3,05	1,193	24	+13,1	+16,4

Les solutions aqueuses *pures* ont un pouvoir rotatoire quasi indépendant de la concentration et de la température :

$$[\alpha]_{578} = +22^0,5, \quad [\alpha]_{436} = +37^0,5.$$

(<sup>1</sup>) Des expériences anciennes de Long (*J. Am. Soc.*, 1888) ont d'ailleurs montré que la variation de  $[\alpha]$  due à l'addition de sels alcalins à des solutions de tartrates neutres alcalins était *extrêmement* faible.



Il en résulte que la présence de certains sels dissous abaisse le  $[\alpha]$  du tartrate acide de Na comme celui de l'acide tartrique, mais dans une moindre mesure. Avec  $\text{CaCl}_2$ , il y a encore une forte inversion.

b. Le tartrate neutre de Ca,  $\text{C}^1\text{O}^6\text{H}^1\text{Ca} + 4\text{H}_2\text{O}$  est extrêmement peu soluble dans l'eau : on ne connaît donc pas son pouvoir rotatoire.

Nous avons remarqué que les solutions concentrées de  $\text{CaCl}_2$  le dissolvaient notablement : le sel se précipite quand on ajoute de l'eau à la dissolution <sup>(1)</sup>.

Le sel préparé à partir de l'acide *droit* donne des solutions nettement *gauches* pour toutes les couleurs; mais, *contrairement* aux mélanges  $\text{CaCl}_2$  + acide tartrique, les  $[\alpha]$  sont relativement faibles :  $[\alpha]_{578} = -3^{\circ},8$  pour une solution à 5,2 pour 100 de tartrate contenant 52,2 pour 100 de  $\text{CaCl}_2$ .

Une solution à 8 pour 100 de tartrate dans  $\text{CaCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$  surfondu donne des  $[\alpha]$  *gauches* encore plus *faibles*.

2° Tartrate neutre d'éthyle (droit)  $\text{C}^2\text{H}^5\text{CO}^2\text{CHOH} - \text{CHOH} - \text{CO}^2\text{C}^2\text{H}^5$ . — On sait que ce corps, liquide à la température ordinaire, présente la solution *aqueuse* des variations analogues à celles de l'acide tartrique, mais on doit écarter l'idée d'une saponification, car les  $[\alpha]$  sont notablement plus grands.

Parmi les mélanges que nous avons observés nous donnerons à titre de comparaison les cinq exemples suivants :

		Constitution du tartrate d'éthyle.				
Nature du mélange.		Densité.	t.	$[\alpha]_{578}^{\circ}$	$[\alpha]_{436}^{\circ}$	
Tartrate d'éthyle	pur.....	100	1,200	21 <sup>0</sup>	+ 7,9	+ 2,6
	+ eau.....	2,29	-	»	+ 28,5	+ 41,8
	+ alcool à 96°.....	21,7	0,881	»	+ 9,4	+ 7,4
	+ eau + Ca Cl <sup>2</sup> 32 pour 100...	32,9	1,301	»	- 12,1	- 35,9
	+ alcool + Ca Cl <sup>2</sup> 30 pour 100..	27,5	1,076	»	- 31,3	- 73,4

On voit que cet éther saturé présente, comme l'acide dont il dérive, une forte inversion du pouvoir rotatoire en présence de  $\text{CaCl}_2$ .

(1) Dans certaines conditions il se forme un précipité qui paraît être une combinaison instable traité par  $\text{H}_2\text{O}$ , ce précipité commence par se dissoudre puis, *aussitôt*, la liqueur se trouble et le tartrate de Ca se dispose.



Nous avons observé, comme dans le cas de l'acide tartrique, une variation continue de  $[\alpha]$ , fonction des concentrations en éther et en sel; les courbes de dépression présentent d'ailleurs une analogie frappante avec le réseau similaire de l'acide.

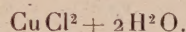
II. Nous avons vérifié que l'acide tartrique *gauche* donnait des phénomènes exactement symétriques (rotations droites).

Il en résulte ce fait curieux qu'on peut obtenir des solutions *gauches* en mélangeant des solutions ayant l'une et l'autre des pouvoirs rotatoires droits notables (ou inversement).

En particulier, deux solutions droites de même concentration en acide donnent, par mélange, une solution inactive pour toutes les couleurs.

Cet effet d'abaissement et d'inversion du pouvoir rotatoire, avec courbes de dispersion groupées dans un ordre caractéristique, ne se présente pas avec tous les sels d'acides forts. Pour certains métaux, il n'y a plus abaissement mais *accroissement* <sup>(1)</sup> du pouvoir rotatoire et les courbes de dispersion sont alors anormales.

Nous signalerons en particulier l'action du chlorure de cuivre



Ce sel, très soluble dans les solutions des acides tartrique et malique, augmente notablement leur pouvoir rotatoire.

On trouve par exemple pour l'acide tartrique

$$[\alpha]_{546} = + 40^{\circ}, 4 \quad (C_{\text{acide}} = 30, 3; C'_{\text{sel}} = 37, 6)$$

et pour l'acide malique

$$[\alpha]_{546} = + 20^{\circ}, 1 \quad (C_{\text{acide}} = 28, 1; C'_{\text{sel}} = 36, 4).$$

Le pouvoir rotatoire  $[\alpha]_{546}$  varie très peu avec la concentration : en solution étendue, il diffère également très peu pour les quatre raies du mercure.

La dispersion paraît donc anormale et les solutions parfaitement claires mais d'un bleu vert allant au vert foncé intense, présentent vraisemblablement, comme les autres solutions colorées de corps actifs, le dichroïsme circulaire.

---

(<sup>1</sup>). Cet effet doit être rapproché de l'action bien connue des acides et sels d'acides faibles du genre borique, molybdique, etc.



PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'absorption de la gravitation.*

Note de M. Q. MAJORANA.

Il y a deux ans j'ai exposé une théorie avec laquelle j'avais prévu une absorption de la force de gravitation, lorsque celle-ci traverse de la matière pondérable. Un contrôle expérimental de cette hypothèse avait été réalisé par moi, en observant la diminution d'environ  $\frac{1}{1000}$  de milligramme, sur une boule en plomb pesant  $1^{\text{kg}}, 274$ , lorsqu'elle est environnée symétriquement par  $104^{\text{kg}}$  de mercure. De là j'avais déduit que le coefficient d'absorption de la gravitation par unité de longueur et unité de densité devait être de  $h = 6,7 \cdot 10^{-12}$ .

Tout récemment, je viens de répéter ladite expérience dans des conditions notablement différentes. La boule en plomb et la balance étaient les mêmes; la masse absorbante est constituée par  $9603^{\text{kg}}$  de plomb, disposés en forme de cube de  $95^{\text{cm}}$  de côté; le cube est décomposable en deux prismes rectangulaires de  $95^{\text{cm}}$  de haut et  $95^{\text{cm}} \times 47^{\text{cm}}, 5$  de base. Ces prismes sont mobiles, et l'on peut les réunir de sorte que, dans le centre du cube ainsi formé, reste prise la boule en plomb, qui, sans être touchée par le cube, est soutenue par un fil à la balance extérieure; ou bien lesdits prismes peuvent être écartés jusqu'à  $3^{\text{m}}$  de distance de la boule.

On trouve, par cette nouvelle expérience, encore une diminution de poids de la boule d'environ  $\frac{2}{1000}$  de milligramme, correspondant à un coefficient  $h = 2,5 \cdot 10^{-12}$ . Je ne saurais dire pour le moment si la différence de ces deux résultats provient de quelque erreur dans la première détermination, ou d'un défaut de ma théorie qui serait valable seulement en première approximation; d'autres expériences pourront répondre à cette question.

Dans une autre série d'expériences, j'ai porté la boule en plomb immédiatement au-dessus du cube, en déterminant ainsi l'attraction newtonienne correspondante, égale à peu près à  $\frac{2}{10}$  de milligramme. Et enfin j'ai placé la boule immédiatement au-dessous du cube; la nouvelle attraction, de direction contraire à la précédente, se trouve quelque peu plus grande en valeur absolue, et proprement d'environ  $\frac{4}{1000}$  de milligramme. Il n'est pas possible de dire *a priori* laquelle des deux déterminations de force attractive suit rigoureusement la loi de Newton, car dans une détermination de ce genre il y a des erreurs systématiques inévitables et diffi-



cilement contrôlables, qui sont supérieures à la variation de  $\frac{1}{1000}$  de milligramme observée. Il faut se contenter de faire la différence entre les deux forces attractives, et ainsi lesdites erreurs sont éliminées.

Cette différence est donc le double de la diminution de poids que l'on avait observée lorsque la boule était au centre du cube. L'explication la plus simple de ce résultat est que, dans la deuxième série d'expériences, l'absorption gravifique est double, et elle se manifeste lorsque la boule est au-dessus du cube.

Ce résultat, outre qu'il est d'accord avec le précédent, nous apprend qu'il faut exclure une cause du phénomène gravifique résidant dans l'espace extérieur à l'ensemble des deux corps en présence (hypothèse de Lesage); en effet, dans ce cas on aurait dû observer l'absorption même lorsque la boule est au-dessous du cube, c'est-à-dire entre le cube et la terre. Selon toute probabilité, la gravitation est donc due à un flux énergétique émis continuellement par toute matière pondérable.

GÉOLOGIE. — *Sur les pointements granitisés de la lisière des Pyrénées.*

Note de M. STUART-MENTEATH.

Deux de ces pointements étant décrits dans les *Comptes rendus* de novembre 1919, la faune saumâtre spécifiée par M. Douvillé à Laduch en mars dernier fournit des précisions pour l'interprétation des autres pointements.

Cette faune, répétée à Iraeta, à l'ouest de Saint-Sébastien, fait partie d'un horizon côtier qui m'a fourni le moyen de distinguer entre les bossellements de roches anciennes et le manteau transgressif qui les enveloppe.

Hasparren est situé sur les conglomérats de cet horizon, et à côté d'Astigarraga le lignite qui l'accompagne est entre le Lias de l'îlot ancien et le Flysch de sa couverture. Dans les deux cas les roches anciennes sont criblées de filons de granit et ophite qui sont reliés au granit de la Haya. Le métamorphisme produit par ces filons est si intense dans le massif de Hasparren que j'ai pu signaler, entre Itzassou et Ainhua, une large auréole de macle-schiste aussi typique que celles du Dévonien et Silurien supérieurs des Hautes-Pyrénées. Des cailloux roulés de ces schistes se trouvent dans le conglomérat de Hasparren, ainsi que dans celui de Gotien (Mauléon), avec des blocs de Cénomaniens fossilifère, et à bien des kilomètres de leur



source. Il s'agit toujours d'un horizon côtier qui, en travers de tous les plis récents, représente une ancienne surface, aussi inégale que celle de nos jours, mais pincée et faillée par la surrection post-éocène des Pyrénées. Même en travers de toute la chaîne les témoins de son existence sont pincés et fragmentés.

A l'ouest de Hasparren tous les horizons fossilifères, parfaitement représentés comme autour d'Astigarraga, sont *repliés* contre le gneiss; mais à l'est ils le recouvrent régulièrement et le Flysch à *fucoïdes* est transgressif, avec cailloux roulés de granit à sa base. Tout le massif est un promontoire direct et continu des roches du Baigoura au sud, lesquelles consistent en Culm, reposant sur les calcaires et quartzites du Dévonien moyen, qui recouvrent le Dévonien inférieur, le tout fossilifère. Le macle-schiste est produit surtout dans le Culm (de la carte de Bayonne). Vers Ossès, le Silurien paraît sortir de dessous le Dévonien, et le Jurassique et le Crétacé buttent contre les calcaires et quartzites par une fissure presque verticale et remplie d'ophite.

Le calcaire cipolin de Zouhossoa est nettement, à l'ouest d'Itzassou, l'affleurement du calcaire dévonien et griotte qui forme le fond des vallées au sud et plonge dessous les schistes maclifères du Culm. Le massif de Hasparren est donc très différent de celui entre Irun et Astigarraga, bien que ce dernier soit criblé de filons de granit entre Irun et Oyarzun, à 4<sup>km</sup> du granit de la Haya. Mais, dessous le Crétacé qui entoure les deux, le granit persiste pour des kilomètres, ce qui est prouvé par des sondages et des pointements. L'horizon côtier avec conglomérats et lignite entoure le massif d'Hasparren à l'extérieur et enveloppe complètement le massif espagnol.

Sur les 150<sup>km</sup> jusqu'à Saliès du Salat, on trouve une suite presque continue de filons granitiques alternant avec ceux d'ophite. Beaucoup de ces filons coupent en travers de schistes qu'on ne peut séparer de l'Albien, et ils se perdent dans les conglomérats de l'horizon côtier. De Capvern jusqu'à Lourdes et Bagnères, ces relations sont saillantes. En commun avec le cas de Hasparren, c'est l'injection des filons dans un terrain quelconque qui paraît le fait dominant. Le calcaire cipolin de Louhossoa varie depuis des bancs de 30<sup>m</sup> d'épaisseur et pétris de cristaux parfaits de graphite, jusqu'à des lentilles de quelques centimètres complètement écrasées. Des filons de granulite et syénite, qui conservent leur forme verticale, ont pénétré en tout sens les schistes depuis le Culm jus-



qu'au soubassement du calcaire. Ils ont souvent des salbaudes de *glanz-schiefer* nettement filonien. L'injection la plus importante forme la haute crête d'Ursonia, au sud de Hasparren, en refoulant au nord toutes les couches de ce côté et au sud les couches de l'autre versant. Des filons de granulite suivent, verticaux et dirigés ENE pendant des kilomètres, au sud de Mendionde et Macage. En général, les filons sont compacts en profondeur, avec cristaux parfaits de feldspath, tourmaline, etc., mais décomposés en kaolin et débris de quartz vers la surface. Le gneiss entre les filons paraît un produit métamorphique autant que le calcaire, ce dernier donnant même des amphibolites et actinolites.

En comparant ce massif avec les terrains également kaolinisés du Cornouailles, j'ai pu constater l'identité minéralogique ainsi que l'intrusion post-carbonifère du granit, surtout par l'auréole du macle-schiste. Mais l'étain, que j'ai trouvé dans les cuivres gris de la région de Roncevaux, surgit du fond du Silurien et ne paraît pas sortir dans les roches relativement superficielles du Labourd. Comme dans le Cornouailles, les failles dirigées ENE seraient postérieures au granit du fond, et celles dirigées NNO seraient du Tertiaire. En tenant compte des autres pointements granitisés, il paraît probable que l'injection du granit a continué dans le Crétacé, dont il est difficile de séparer les cipolins entre Saint-Esteben et Bonlac.

L'horizon côtier forme la base du Flysch, et seul ressemble aux Mylonites des Carpathes, qui me l'ont fait classer comme Grès de Vienne. Il comprend un grès spécial qui passe à des conglomérats à blocs de Cénomaniens, à des quartzites, à des calottes d'ophite, et à des lentilles de calcaire cénomaniens. Les faunes intactes et variées qu'il m'a présentées, ainsi que des mélanges de fossiles de tout âge m'obligent à le reconnaître comme une croûte de débris d'une formation côtière dont le Flysch est la suite et le produit. Même le granit de Hasparren est postérieur au Carbonifère et rien n'empêche que son injection soit postérieure à l'Albien comme dans les autres pointements granitisés. Même dans ce cas, les premiers cailloux roulés de granit se présentent dans l'horizon côtier, et en général dans les Pyrénées on n'en trouve pas plus bas. Leur absence dans le Trias est remarquable, et l'on ne peut affirmer le contraire qu'en confondant le grès cénomaniens avec le Trias.



CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence de la température sur l'utilisation du glucose dans le développement de l'Aspergillus niger*. Note de MM. ÉMILE-F. TERROINE et RENÉ WURMSER, présentée par M. Guignard.

Pour assurer le développement d'un microorganisme tel que l'*Aspergillus niger*, il faut non seulement lui fournir les combinaisons chimiques dont il tire les éléments de sa substance, mais encore les lui fournir en quantité suffisante pour satisfaire aux besoins énergétiques nécessités par les synthèses qu'il effectue. On peut par exemple faire développer l'*Aspergillus* sur le milieu suivant, dont la composition saline a été indiquée par Czapek :

	Pour 1000.
Glucose.....	300
Sulfate d'ammoniaque.....	5
Phosphate monopotassique.....	1
Chlorure de potassium.....	0,5
Sulfate de magnésium.....	0,5
Sulfate ferreux.....	0,01
Sulfate de zinc.....	0,01

Dans ce milieu le glucose fournit le carbone nécessaire à l'édification du microorganisme; mais il en disparaît du milieu plus qu'en exige la teneur en carbone du mycélium formé. Nous proposons d'appeler *rapport d'utilisation* le rapport du poids sec d'*Aspergillus* formé au poids sec de glucose disparu. Il n'est pas douteux que les variations de ce rapport suivant la composition chimique du milieu soient de nature à fournir des renseignements sur les processus de synthèse réalisés; car la consommation du glucose, si elle couvre aussi les besoins respiratoires, correspond surtout à ceux de la croissance. Le développement de l'*Aspergillus* est plus ou moins rapide selon la nature des substances qu'il utilise. Il faut donc rechercher d'abord si le rapport d'utilisation varie ou non, pour un même milieu, avec la vitesse du développement. C'est pourquoi nous avons effectué des cultures à diverses températures, dans le milieu précédemment défini, et pour une concentration en ions H correspondant à  $p_H = 3,5$ .

Les cultures,ensemencées dans des fioles d'Erlenmeyer contenant 50<sup>cm³</sup> ou 100<sup>cm³</sup> du liquide stérilisé à 110°, étaient laissées à l'étuve pendant un temps suffisant pour obtenir des récoltes comprises entre 0<sup>g</sup>,1 et 1<sup>g</sup> de poids sec. Dans ces conditions le glucose n'était pas entièrement consommé, ce



qui évite les phénomènes d'autolyse. Le dosage du sucre, effectué par la méthode de Bertrand, avant et après le passage à l'étuve, donne par différence la quantité consommée. Le mycélium recueilli sur filtre est desséché à l'étuve à 80°, pendant 7 heures environ, et pesé.

Voici quelques résultats pris en exemple parmi 47 déterminations à 22°, 29°, 36° et 38°, qui fournissent pour le rapport d'utilisation la valeur moyenne de 0,43 :

22°.			29°.			38°.		
Poids sec.	Glucose consommé.	Rap- port.	Poids sec.	Glucose consommé.	Rap- port.	Poids sec.	Glucose consommé.	Rap- port.
0,102	0,230	0,44	0,665	1,635	0,40	0,365	0,805	0,45
0,617	1,485	0,41	0,680	1,380	0,49	0,440	0,975	0,45
1,026	2,320	0,44	0,919	2,110	0,43	0,547	1,290	0,42

Le rapport d'utilisation ne varie donc pas avec la température quoique les vitesses à 22° et à 36° par exemple varient un peu plus que dans le rapport de 1 à 2.

Rubner, au moyen de déterminations calorimétriques, avait déjà montré, en 1906, sur des cultures de *Proteus vulgaris*, que ce que nous appelons le rapport d'utilisation est sensiblement le même à 36° et à 14°. Cette indépendance de la température est donc vraisemblablement générale. Il est intéressant de rappeler que dans d'autres modes d'utilisation de l'énergie chimique par les êtres vivants, dans la contraction musculaire où l'énergie utilisable peut être évaluée, on doit trouver, d'après Hill (1916), une indépendance analogue. L'énergie utilisable des réactions impliquées dans ces phénomènes ne varie donc pas sensiblement dans l'intervalle de température compatible avec la vie. En ce qui concerne au moins la combustion du glucose, on sait d'ailleurs que la chaleur de réaction ne diffère que très peu de l'énergie utilisable  $A$  : la variation  $\frac{\partial A}{\partial T}$  est par conséquent très petite.

M. T.-J.-J. SEE adresse des remarques sur *les taches du Soleil et leur périodicité*.

La séance est levée à 15 heures trois quarts.

E. P.



## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LES SÉANCES DE JUILLET 1921 (*suite et fin*).

*Studies on marine ostracods*. Part I, par TAGE SKOGSBERG. Uppsala, Almqvist et Wicksells Boktryckeri, 1920; 1 vol. 32<sup>cm</sup>.

*Einstein's theories of relativity and gravitation*, par BIRD. New-York, scientific American publishing Company; 1 vol. 19<sup>cm</sup>.

*L'Astronomie et les Astronomes*, par AUGUSTE COLLARD. Bruxelles, Librairie nationale d'Art et d'Histoire, 1921; 1 fasc. 24<sup>cm</sup>, 5.

*Research and methods of analysis of iron and steel at Armco* (American Rolling Mill Company). Middletown, Ohio, 1920; 1 vol. 23<sup>cm</sup>, 5.

Fédération française des Sociétés de Sciences naturelles. Office central de faunistique. *Faune de France* : 2. *Oiseaux*, par P. PARIS. Paris, Paul Chevalier, 1921; 1 vol. 25<sup>cm</sup>. (Présenté par M. Bouvier.)

*Théorie cinétique des gaz*, par EUGÈNE BLOCH. Paris, Armand Colin, 1921; 1 vol. 17<sup>cm</sup>. (Présenté par M. Villard.)

*Œuvres complètes de Christiaan Huygens*, publiées par la SOCIÉTÉ HOLLANDAISE DES SCIENCES. Tome 13, fasc. 1 : *Dioptrique* (1653-1666); fasc. 2 : *Dioptrique* (1685-1692); Tome 14 : *Probabilités, travaux de mathématiques pures* (1655-1666). La Haye, Martinus Nijhoff, 1916 et 1920; 3 vol. 29<sup>cm</sup>.

